



TITLE:

# 液晶の連続空間模型の最近の発展 (「配位相転移の研究」,基研長期研究計画)

AUTHOR(S):

小林, 謙二

---

CITATION:

小林, 謙二. 液晶の連続空間模型の最近の発展(「配位相転移の研究」,基研長期研究計画). 物性研究 1974, 23(3): B12-B14

ISSUE DATE:

1974-12-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/88885>

RIGHT:

小林謙二

### 参 考 文 献

- 1) J. L. Langer, Theory of spinodal Decomposition in Alloys, *Annals of Physics* (N. Y.) **65**, 53 (1971)
- 2) John W. Cahn, Metastability, Instability, and the Dynamics of Unmixing in Binary Critical Systems, *Critical Phenomena in Alloys, Magnets, and Superconductors*, ed. R. E. Mills, et al. McGraw-Hill, 1970 p. 41 ~ 65.
- 3) D. de Fontaine and H. E. Cook, Early-Stage Clustering and Orderings in Binary Solid Solutions, *Critical Phenomena in Alloys, Magnets, and Superconductors*, ed. Mills et al. McGraw-Hill, 1970, p. 257 ~ 274.
- 4) S. C. Agarwal and H. Herman, Phase Decomposition in Aluminum Alloys quenched from the Liquid State, *Phase Transitions—1973 Proc. Conf. on Phase Transitions and their Applications in Material Science*, University Park, Pen, Pergamon Press, 1973, p. 207. ~ 222.

4) の論文は実験の論文で, liquid quenching という特別の急冷法を開発して, いろいろな合金の spinodal 分解をしらべていますが, Al-Zn (Zn 22 atom%) 合金では特にきれいな結果が得られていて, X線小角散乱の実験との対応は完全に近く見事です。これで Spinodal 分解の理論は正しいことがさらに確かになりました。

(註) 表題を“ガラスにおける”としましたが, ガラスでなくても金属固溶体でもよく, この表題は不要といえます。

## 液晶の連続空間模型の最近の発展

都立大・理 小 林 謙 二

格子模型を液晶の場合に適用して Nematic - Smectic の相転移を議論した一連の仕事があり,<sup>1)</sup> 一定の成果をあげているが, Smectic の A から H までにおよぶ各 modification を理論的に記述するためには以下で述べるところの筆者や Mc Millan によって発展させられた連続空間模型<sup>2)</sup>の方がより自然のように思える。

この方向の発展は Northwestern Univ. group の Lee, Tan, Shih and Woo<sup>3)</sup> による仕事があげられ, Transition entropy や phase diagram もより実験結果と一致

する結果を得ている。

さらに、最近、Meyer と Mc Millan は既に、smectic A の order (すなわち、配向の order とその方向への層状な stacking の order) がすでにできているとし、分子が固有にもっている dipole moment 間の相互作用

$$U_{12} = \frac{\vec{\mu}_1 \cdot \vec{\mu}_2}{r_{12}^3} - \frac{3(\vec{\mu}_1 \cdot \vec{r}_{12})(\vec{\mu}_2 \cdot \vec{r}_{12})}{r_{12}^5} S(r_{12}) + T(r_{12})$$

を仮定し、これに平均場近似をほどこすことにより、1 の分子が感ずる有効ポテンシャルとして、

$V_1 = 3 T_k \alpha (\cos \vec{K}_1 \cdot \vec{X}_1 + \cos \vec{K}_2 \cdot \vec{X}_1 + \cos \vec{K}_3 \cdot \vec{X}_1) - (\mu_0^2 S_0) \beta \cos \varphi_1 - 3 (\mu^2 S_k) r \cos \varphi_1 (\cos \vec{K}_1 \cdot \vec{X}_1 + \cos \vec{K}_2 \cdot \vec{X}_1 + \cos \vec{K}_3 \cdot \vec{X}_1)$  を得た。 $(\vec{K}_1, \vec{K}_2, \vec{K}_3)$  は 6 角をつくる逆格子ベクトル) ここで、層と層の間の相互作用は無視し、分子は 2 次元面内だけを動きうとする。

ここで、 $\alpha, \beta, r$  はそれぞれ 2 次元の translational order, orientational order, mixed order の parameter であり

$$\alpha = \frac{1}{3} \langle \cos \vec{K}_1 \cdot \vec{X} + \cos \vec{K}_2 \cdot \vec{X} + \cos \vec{K}_3 \cdot \vec{X} \rangle,$$

$$\beta = \langle \cos \varphi \rangle,$$

$$r = \frac{1}{3} \langle \cos \varphi (\cos \vec{K}_1 \cdot \vec{X} + \cos \vec{K}_2 \cdot \vec{X} + \cos \vec{K}_3 \cdot \vec{X}) \rangle.$$

ここで、ensemble average は、Boltzman factor  $e^{-V_1/k_B T}$  の重みをついてとり、この  $V_1$  の中にすでに、 $\alpha, \beta, r$  が入っているので、いわゆる self-consistent な方程式となる。この方程式の解より、Smectic A ( $\alpha = \beta = r = 0$ ), Smectic B ( $\beta = r = 0, \alpha \neq 0$ ), Smectic C ( $\alpha = r = 0, \beta \neq 0$ ), Smectic H ( $\alpha \neq 0, \beta \neq 0, r \neq 0$ ) が区別され、いろいろな場合の相図が得られる。

このように筆者や Mc Millan の簡単な理論を発展させることにより、Smectic の各相を natural に記述することができたことは十分な収穫と言ってよいであろう (格子模型ではこの分類は natural にはできない)。

さて、次に液晶の dynamics の分子論についてであるが、これはまだ余りやられていない。筆者<sup>5)</sup>は異方的な分子間力

$$u_{ij} = V(|\vec{r}_{ij}|) + \sum_{m=-2}^2 \frac{4\pi}{5} W_m(|\vec{r}_{ij}|) Y_2^m(\theta_i, \phi_i) Y_2^{m*}(\theta_j, \phi_j)$$

木村初男

を仮定し、Vlasov 方程式を用いて、液晶内での translational な collective mode を求め、smectic A という 1 次元的な結晶ができるときに付随して現れるであろう緩和型の soft mode について議論した。

一方、Orsay の Brochand や Jähig<sup>6)</sup> らによる半現象論的な揺ぎの理論もあるが、ともあれ、液晶の dynamics の分子論はこれからの問題と言える。

## 参 考 文 献

- 1) 例えば K. Miyakawa, N. Hijikuro and H. Mori; J. Phys. Soc. Japan. 36 (1974) 944.
- 2) K. K. Kobayashi; J. Phys. Soc. Japan. 29 (1970) 101; W. L. McMillan; Phys. Rev. A6 (1972) 936.
- 3) F. T. Lee, H. T. Tan, Y. M. Shich and C. W. Woo : Phys. Rev. Lett. 31 (1973) 1117 and Phys. Lett. A. (June, 1974)
- 4) R. J. Meyer and W. L. McMillan : Phys. Rev. A9 (1974) 899.
- 5) K. K. Kobayashi, W. M. Franklin and D. S. Mori : Phys. Rev. A7 (1973) 1781 : Phys. Rev. A8 (1973) 2178; A8 2763.
- 6) F. Brochard and Jähning, J. de Physique (1974) および R. Blinc たちの仕事 : Phys. Rev. A (April, 1974)

## nematic 液 晶 の 分 子 論

名大・工 木 村 初 男

nematic 液晶に限り、且つ、その static な性質に限っても、分子論が答えねばならない問題は沢山ある。

様々な同族列液晶についての実験データが集積されつつある。ここで同族列というのは、一例を第 1 図に示したように分子の両端に炭化水素  $\text{CH}_2$  の鎖をつなげたものである場合が多い。図の  $\text{C}_1, \text{C}_2 \dots$  は炭素原子をあらわしている。この炭化水素鎖の長さ、すなわち鎖の中の炭素原子数  $N$  の関数として、液晶としての種々の性質の変化が調べられている。第 1 図の同族列では  $N=1$  のものが、有名な nematic 液晶として古くから